



## DRAIVERU PLATES AR TB6560AHQ MIKROSHĒMU DARBĪBAS IZPĒTE

Autori: **Elmārs Viļums**, +371 27481275, **Andris Pelšs**, + 371 22480228,  
Zinātniskā darba vadītājs: **Guntis Kolčs**, **Mg.sc.comp.** +371 26199851,  
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

---

**Abstract:** *Scientific publications theme - Research of TB6560AHQ chip based stepper driver board. Work performers are Technology Academy of Rēzekne, Faculty of Engineering, Second Level Professional Higher Education Bachelor's full-time study program "Mechatronics" fourth-year students Andris Pelšs, Elmārs Viļums. Scientific publications executive - Guntis Kolčs. Driver board TB6560 is designed for step motor control, it is designed for both businesses mass manufacturing of parts, as well as to private hobbies.*

---

**Keywords:** *Stepper motor, driver board TB6560AHQ, resonance*

---

### Ievads

Lai vadītu soļu motorus, ir nepieciešama speciāla draiveru jeb vadības plate, jo datora I/O portu izejas nenodrošina pietiekami lielu strāvas stiprumu un spriegumu, lai motori darbotos. Zinātniski pētnieciskā darba tēma - "Draiveru plates ar TB6560AHQ mikroshēmu darbības izpēte" pieder pie inženierzinātņu nozares.

Galvenā šīm draiveru platēm piemītošā problēma ir to nespēja nodrošināt pietiekami lielus soļu motoru rotora rotācijas ātrumus.[3] Izmantojot dažādus mikrosoļu režīmus, soļu motora draiveram pievadot STEP vadības signālu ar augstāku frekvenci tie nonāk rezonansē (soļu motoram piemītošs efekts, kad pie noteikta ātruma zūd moments, kas noved līdz rotora apstāšanās gadījumiem, tiek izlaisti soļi un rodas neprecizitātes dažādas aparātūras/iekārtu darbībā). Pastāv dažādas rezonanses novēršanas metodes, viena no kurām ir mikrosoļu režīma izmantošana soļu motora vadībai. Tāpēc rodas nepieciešamība izpētīt draiveru ar mikroshēmu TB6560AHQ (kā vienu no visplašāk izmantotajām dažādos amatieru projektos) darbību, soļu motoru darbu dažādos mikrosoļu režīmos, kā arī uzzināt, kādā frekvencē soļu motors nonāk rezonancē.

### Pētnieciskā daļa

Pētnieciskās daļas viens no galvenajiem uzdevumiem bija izpētīt, cik augstā frekvencē soļu motors nonāk rezonancē. Pētnieciskajam standam tika izmantots barošanas bloks ar maināmo izejas spriegumu līdz 30 V, kas nodrošina soļu motora un draivera darbību, taisnstūra impulsu ģenerators Γ3 - 111, no tā tika pievadīti vadības signāli uz draiveru plates ieeju STEP (pievadītā impulsa amplitūda 5V), soļu motors NEMA 23, draiveru plate ar TB6560AHQ mikroshēmu un oscilogrāfs, lai novērotu, sprieguma izmaiņu uz šuntējošā rezistora, kas paredzēts soļu motora darba strāvas mērīšanai.

Draiveru plates raksturojošie parametri [1]:

- Toshiba TB6560AHQ mikroshēma - lielas jaudas (maksimālā strāva 3.5A)
- 1-1/16 mikrosoļa uzstādījumi – iespējams iegūt augstāku precizitāti un vienmērīgāku darbību nekā standarta 1- 1/2 solim
- Universālā arhitektūra – atbalsta daudzas CNC vadības programmas kā Mach3, KCAM4, EMC2 utt.
- NEMA 23 soļu motora nepieciešamais spriegums 16 – 24V
- Draiveru izeja saderīga ar 2. vai 4. fāžu, 4,6 vai 8 izvadu soļu motoriem, kuru maksimālā strāva nav lielāka par 3A.

Uz draiveru plates ir iespējams atsevišķi katrai asij mainīt dažādus uzstādījumus (skatīt. 1.attēlu.) ar speciālu slēdžu bloku, kuru sauc par DIP (DIP - dual in-line package manuālais slēdzis, lai pielāgotu elektroniskas uzvedību pie ierīces īpašajām situācijām [2]). Tātad katras ass

motoram ir iespēja mainīt vadības strāvu, iekšējo indukcijas spēku slāpēšana un mikrosoļa izmēru.

Current Setting	1	2	Decay Mode Settings	3	4	MicroStep Settings	5	6
100%	ON	ON	FAST	ON	ON	1	ON	ON
75%	ON	OFF	25%	ON	OFF	1/2	ON	OFF
50%	OFF	ON	50%	OFF	ON	1/8	OFF	ON
25%	OFF	OFF	SLOW	OFF	OFF	1/16	OFF	OFF

1.attēls DIP slēdža iestatījumi vienai asiņ

Pieslēdzot taisnstūra impulsu ģeneratoru soļu motoru draiverim, tika pakāpeniski palielināta impulsu frekvence un fiksēta soļu motora apgriezienu palielināšanās. Šāda darbība tika atkārtota dažādos mikrosoļu režīmos, kas tika uzstādīti ar draiveru platē esošajiem pārslēgiem. Katrā režīmā tika fiksēta frekvence, kurā iestājās soļu motora rezonance. Diagrammā 1.1 ir grafiski attēlots mikrosoļu režīma un maksimālā soļu motora STEP impulsa frekvences attiecība. Praktiski tika novērota laidenāka soļu motora rotācija. Šeit jāņem vērā, ka soļu motora rezonanses frekvenci nosaka paša motora rotora inerces moments, kā arī motora asiņ pievienotās slodzes inerces moments. Šajā pētījumā motoru ass netika savienota ar slodzi. Praksē rezonanses efekts bieži vien noved pie dažāda veida grūtībām, ja motors darbojas frekvencēs, kas ir tuvu rezonanses frekvencei. [4] Rezonansē griezes momenta skaitliskā vērtība ir visai tuva nullei, tāpēc tādās iekārtās kā CNC frēzes saskaroties ar rezonanses efektu rodas situācijas, kad nav iespējams pārvietot iekārtas elementus ar lielākiem ātrumiem, kas var būt arī brāķa rašanās iemesls. Praktiski mikrosoļa režīma pozitīvā ietekme uz rezonanses novēršanu skaidrojama ar to, ka soļu motora tinumi brīdī kad pa tiem plūst strāva pārvada grūdienu veidā tikai nelielu daļu no pilnā soļa enerģijas (aptuveni 0,1-0,3%) rotoram, kas ir magnēts, līdz ar to sistēmā nerodas svārstības un tiek novērota laidenāka/vienmērīgāka ass rotācija.

Uz oscilogrāfa ekrāna tika novērots soļu motora ģenerētais atgriezeniskais EDS, kas parādās kā impulsveida pīķi oscilogrammā. Atgriezeniskais EDS rada bremzējošo efektu soļu motorā, kas neļauj pilnvērtīgi izmantot mikrosoļa sniegtās priekšrocības. Tas norāda uz to, ka uz draivera plates esošās EDS slāpējošās diodes nepietiekami pilda savas funkcijas. Nomainot esošās diodes uz ātrdarbīgākām tika novērots pozitīvs efekts.

Tika izpētītas pārējo shēmu sastādošo elementu pielietojums un to nominālvērtības. Viens no galvenajiem elementiem, kas nosaka soļu motora draivera darbību ir iekšējā ģeneratora takts frekvenci iestatošais kondensators, kura kapacitāte ir 1000 pF. Eksperimentāli tika noskaidrots, ka šī kondensatora kapacitātes vērtība var būt no 100-200 pF un līdz ar to var palielināt arī maksimālo STEP impulsa frekvenci, kas nodrošina lielāku soļu motora rotācijas ātrumu. Kā lielu trūkumu draivera shēmtehnikā var minēt arī salīdzinoši lēnas darbības optopāru izmantošanu, kas ir vēl viens iemesls neprecizitātei- dažkārt pie lielas STEP impulsa frekvences tiek izlaisti daži impulsi. Optopāris ir paredzēts vadiekārtas aizsardzībai, ja draivera shēmā notiek bojājumi. Pētāmā draivera shēmā pielietots PC817 optopāris, kura sastāvā esošie fototranzistori pārslēgšanas laikā nonāk piesātinājuma režīmā, līdz ar to palielinās fototranzistora pārslēgšanās laiks. [5] Kā risinājums ir izmantot daudz ātrdarbīgākus analogus, vai atteikties no optopāru izmantošanas (pēdējais variants izmantojams, ja tiek izmantotas ārējās optoatsaistes plates ar ātrdarbīgiem optopāriem piem. HCPL2630).

Kā varam redzēt 2. attēlā, sprieguma amplitūda mainās krasi, lēcienveidīgi, kā arī soļu motora STEP signāla frekvence, kad tas nonāk rezonancē ir 1600 Hz.



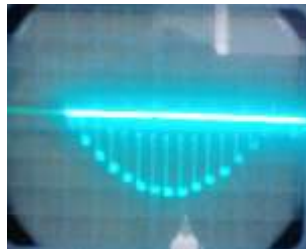
**2.attēls Sprieguma izmaiņas oscilogramma, mikrosoļu režīms 1**

Apskatot 3. attēlu sprieguma izmaiņa mainās mazāk, pakāpienveidīgi, soļu motora vadības frekvence, kad tas nonāk rezonancē ir 2700 Hz.



**3.attēls Sprieguma izmaiņas oscilogramma, mikrosoļu režīms 1/2**

Apskatot 4. attēlu sprieguma izmaiņa mainās mazāk nekā mikrosoļu režīmā  $\frac{1}{2}$ , pakāpienveidīgi, soļu motora vadības frekvence, kad tas nonāk rezonancē ir 7000 Hz, kas ir 2 reizes vairāk nekā soļu režīmā  $\frac{1}{2}$ .

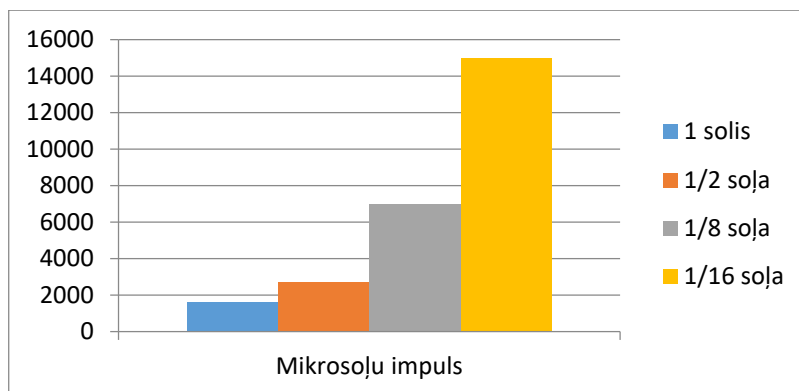


**4.attēls Sprieguma izmaiņas oscilogramma, mikrosoļu režīms 1/8**

Apskatot 5. attēlu sprieguma izmaiņa mainās mazāk nekā mikrosoļu režīmā  $\frac{1}{8}$ , pakāpienveidīgi, STEP vadības signāla frekvence, pie kura soļu motors nonāk rezonancē ir 15000 Hz, kas ir 2 reizes vairāk nekā soļu režīmā  $\frac{1}{8}$ .



**5.attēls Sprieguma izmaiņas oscilogramma, mikrosoļu režīms 1/16**



6.attēls Soļu motora nonākšana rezonancē, izmainot mikrosoļu režīmus

### Rezultātu analīze

Pēc pētījuma izvērtēšanas tika secināts, ka šai draiveru platei vislabākais ir 1/16 mikrosoļu režīms, jo šajā režīmā ir iespējams izmantot augstāku STEP impulsa frekvenci un nodrošināt tādā veidā laidenāku soļu motora ass rotāciju.

Tika noskaidrots, ka ir iespējams uzlabot draivera darbību (palielināt maksimālo ienākošo STEP impulsa frekvenci), nomainot mikroshēmas takts frekvences iestatīšanas kondensatoru no uz plates esošā ar 1000pF kapacitāti uz kondensatoru ar kapacitāti diapazonā no 100 pF līdz 200 pF. Tādā veidā ir iespējams palielināt ienākošo STEP impulsa frekvenci līdz pat 400 kHz.

Soļu motora draivera darbības uzlabošanai, jānomaina atgriezeniskās EDS slāpēšanas diodes FR304 pret ātrdarbīgākām Štokija diodēm, piemēram, BYV27, kas novērsīs impulsveida pīķus, kas redzami oscilogrammās un līdz ar to uzlabosies kopējā soļu motora darbība (netiks radīts rotoru bremsējošais moments, ko rada atgriezeniskais EDS soļu motora tinumos, un tiks radīta iespēja palielināt motora rotācijas ātrumu).

Jāveic draivera shēmā esošo optopāru nomaina uz ātrākiem analogiem. Tas ļauj palielināt maksimālo STEP impulsa frekvenci.

Sākotnēji mērījumi tika veikti izmantojot barošanas avotu ar spriegumu 35V, kas ir maksimālais pieļaujamais mikroshēmai TB6560AHQ, bet mikroshēma, kad tai tika pievadīts šāds spriegums, tika sabojāta, līdz ar to tika secināts, ka rekomendējamais spriegums, nedrīkst pārsniegt 24V.

Šie secinājumi norāda uz to, ka rūpnieciski izgatavotās draiveru platēs ar TB6560AHQ mikroshēmu ir novērojama virkne tehnisku trūkumu, kurus izmantojot pētījuma laikā iegūto informāciju ir iespējams uzlabot, kas ļauj pēc veiktajiem uzlabojumiem tās pilnvērtīgi izmantot dažādās mehatroniskās konstrukcijās.

### Literatūra

1. <http://www.sostafiera.it/tb6560.pdf> (Sk. Internetā 12.04.2016)
2. <http://www.freepatentsonline.com/5010445.html> (Sk. Internetā 12.04.2016)
3. <http://www.cnczone.com/forums/general-cnc-machine-related-electronics/110986-software.html> (Sk. Internetā 12.04.2016)
4. <http://electroprivod.ru/resonans.htm> (Sk. Internetā 12.04.2016)
5. Avago Technologies (2010). *Safety Considerations When Using Optocouplers and Alternative Isolators for Providing Protection Against Electrical Hazards.*